

那覇市国際通りにおける簡易法による二酸化窒素濃度分布調査結果

与儀和夫

Distribution of Nitrogen Dioxide around Kokusai Dori in Naha City by a Simplified Method

Kazuo YOGI

Abstract: For the evaluation of concentration and distribution of nitrogen dioxide around Kokusai Dori, surveys by a simplified method were conducted on May, September, December 1994 and March 1995. Several points were selected alined over crossing the street. Average concentrations at the north and south sidewalks were 0.049, 0.036 ppm and the concentrations of day average over 0.06 ppm appeared in 3 days at north sidewalk and the ratio to all days was 11%. Concentrations at each sidewalk were effected by wind direction mainly. Average concentrations at the north and south areas beside the street were 0.016~0.018, 0.020~0.022 ppm.

Key words: 二酸化窒素, 簡易測定, 沿道汚染, 那覇市

I はじめに

自動車排ガスによる窒素酸化物等の沿道大気汚染が近年大きな問題になっており、本県でも那覇市中心街の国際通り等において市民団体による調査も過去何度か実施されてきた。国際通りは片側1車線の県道であるがバス路線が集中し、交通量も比較的大きく(24791台/日、平成6年度)、また道幅も狭いことから、窒素酸化物濃度が比較的高くなる条件を備えていると考えられる。平成5年4月27~28日に実施した那覇市街地の主要な道路、交差点7箇所での二酸化窒素濃度分布調査でもやや高い傾向にあった。¹⁾

測定は二酸化窒素の吸収剤を含浸させたろ紙を用いた簡易法によるもので、簡便でありまた安価なため、多数配置することによって一定地域の濃度分布を得るのに有効な方法である。しかしこれまでの調査は特定の1日についてのものであり、また主に排ガスの影響を直接受け易い、局所的に汚染濃度が高いと思われる地点のみの測定が多数実施されてきた。窒素酸化物等の大気中濃度は風向風速等の気象条件および交通量、渋滞などの道路状況の影響により時間的に大きく変動するためある程度の連続調査が必要であること、また道路近傍への影響については道路内のみでなく周辺での調査も必要であること、さらに簡易測定法は測定器の種類によっては風等の気象条件の影響を受けやすいことから、これまでの調査は道路周辺も含めた大気汚染レベルの把握には十分ではなかったといえる。

そこで本調査では汚染程度も比較的大きいと考えられる、国際通りのほぼ中間に位置する三越デパート、那覇

ショッピングセンター周辺において、歩道上および通りの直角方向に測定点を定め、汚染の影響範囲を確認するとともに、またそれぞれの測定点での汚染レベルと年間の変動状況をみるため、1週間の連続測定を4回実施した。

II 方法

二酸化窒素簡易測定器としてフィルターバッジ(東洋ろ紙製)を用いた。フィルターバッジはプレフィルターとして厚さ1mmの撥水性のろ紙を5枚重ね、風の影響等を小さくしたもので、また吸収速度が小さくなる分捕集面積を $38 \times 26 \text{ mm}^2$ と大きくし、感度を上げたものである²⁾。国際通りに面する店舗の軒下等にフィルターバッジを設置し、通り沿い(歩道)の二酸化窒素濃度を測定す

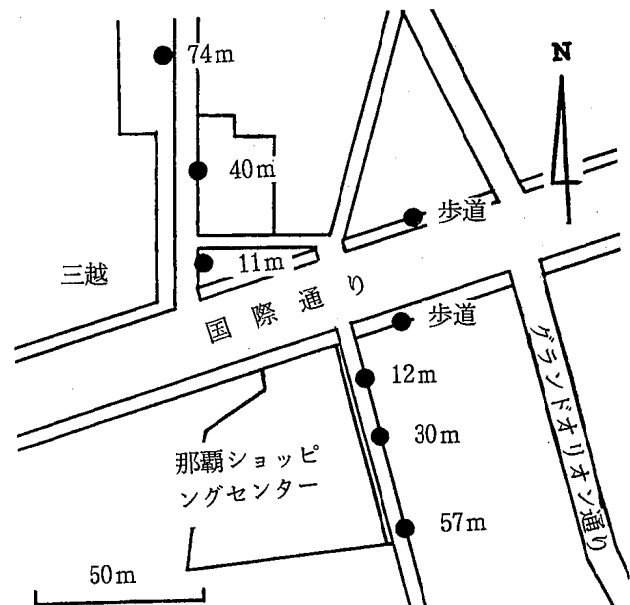


図1. 調査地点の概略および測定点.

表1. 自動測定器とフィルターバッジの比較.
(平成5年9月, 国際通り)

自動測定器	フィルターバッジ
0.032 ppm	0.034 ppm
0.055	0.052
0.053	0.050

るとともに、図1に示すように那覇ショッピングセンター横および三越デパート横の交通量の少ない路地を利用し、通りに直角方向に測定点を定め、通りからの距離に対する濃度分布を求めた。通り北側(三越デパート側)歩道は通りに面する店舗の壁際に、そしてデパート横の路地に沿って歩道から11 m, 40 mおよび74 mの位置に測定点を定めた。通り南側(ショッピングセンター側)歩道は通りに面する店舗の軒下に、また同様に那覇ショッピングセンター横の路地に沿って歩道から12 m, 30 mおよび57 mの位置に測定点を定めた。フィルターバッジは標識の支柱、街路樹等を利用し、地上高さ約1.5 mに固定した。

フィルターバッジの暴露時間は1日とし、二酸化窒素濃度を日平均値として求めた。調査期間は日曜日の朝から1週間後の日曜日朝までとし、設置、回収は毎朝9:00~11:00の間に実施した。調査は平成6年5月15日~21日, 9月18日~24日, 最も汚染が大きいと思われる年末の12月20日~26日そして平成7年3月12日~19日に実施した。

フィルターバッジは吸収ろ紙を取り出し、10mlの発色液を加え、40分後に吸光度を測定し、所定の換算式により大気中の二酸化窒素濃度を求めた。設置、回収時刻より暴露時間を求め、24時間値に補正した。表1に平成5年9月に国際通りにおいて自動測定器による調査を実施した際、フィルターバッジとの比較測定の結果を参考に示すが、両方の結果はほぼ一致していた。

III 結果

表2に測定結果および測定日の最多風向、平均風速を示す。また図2に各測定点の二酸化窒素平均値および最高、最低値を示す。平均値は通り北側歩道が0.049 ppmと最も高く、通り南側歩道は0.036 ppmであった。また通りから路地に入った測定点は北側が0.016~0.018 ppm, 南側が0.020~0.022 ppmで、通りに近いほどわずかに大きくなる傾向はみられるが大差なかった。これから通りからわずか10m程度離れた地点でも二酸化窒素濃度の

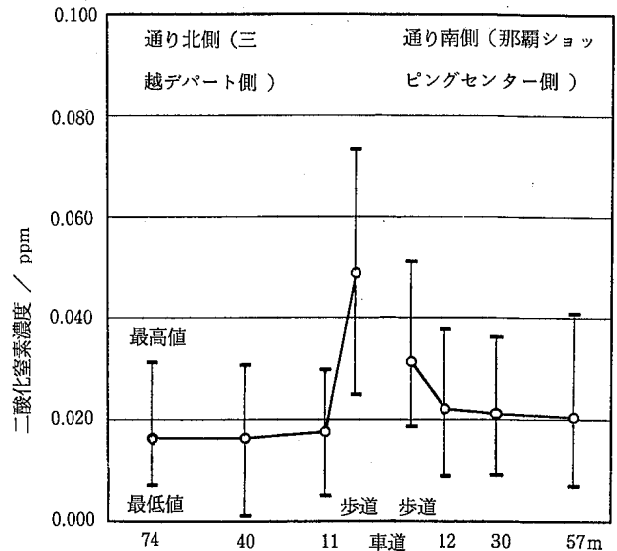


図2. 三越デパート近辺の国際通り直角方向の二酸化窒素濃度分布

平均値は歩道の1/2もしくは1/2以下であり、汚染が比較的国際通り内のみ限定されているといえ、またこの濃度は通りの影響を受けていない国際通り周辺の汚染レベルと考えることができる。各地点の最高値も同様の傾向で通り北側歩道が0.073 ppmと最も高く、南側は0.051 ppmであり、また路地の測定点は北側が0.030~0.031 ppm, 南側が0.036~0.041 ppmの範囲にあった。

表3に各測定点毎に二酸化窒素濃度の度数分布を示す。なお一般環境における二酸化窒素の環境基準は1日平均値について0.04~0.06 ppmのゾーン内またはそれ以下となっている。通り北側の歩道で平成6年5月19日0.061 ppm, 9月18日0.067 ppm, 19日0.073 ppmの3日が0.06 ppmを超えており、日数の割合で11%であった。南側歩道の最高値は0.051 ppmで0.06 ppm以下であった。表3から二酸化窒素の日平均値は通り北側歩道で0.021~0.070 ppm, 南側で0.011~0.050 ppmの範囲に大方あるといえる。また通りから路地に入った測定点については北側が0.010以下~0.030 ppm, 南側が0.010以下~0.040 ppmの範囲にあるといえる。

表4に主に平成5年度に実施した本調査外の国際通りにおけるフィルターバッジによる測定結果を示す。平成5年6月3日沖縄県労連との同時調査時の、主に通り南側歩道の車線側での測定で8地点中3地点(最高値0.074 ppm)で0.06 ppmを超えたが、その後の3回の調査では0.06 ppmを超えた例はなく、最高値の範囲は0.044~0.052 ppmであった。

図3, 4に通り北側および南側について測定点別に平均値の年変化を示す。北側については通りから11 m, 40

表2. 国際通りに二酸化窒素濃度測定結果一覧 (ppm) および風向風速 (那覇, 沖縄気象台気象月報)

調査月日	通り北側 (三越デパート側) 通りから				歩道	車道	歩道	通り南側 (ショッピングセンター側)			最多風向	平均風速
	74m	40m	11m	12m				30m	57m			
平成6年5月15日 (日)	0.014	0.014	0.015	0.024	0.055		0.024	0.024	0.023	0.015	NNW	4.4 m/s
16 (月)	0.016	0.018	0.016	0.024	0.050		0.035	0.022	0.018	0.014	N	4.2
17 (火)	0.016	0.020	0.022	0.024	0.031		0.043	0.020	0.009	0.007	S	3.8
18 (水)	0.012	0.012	0.013	0.022	0.045		0.033	0.020	0.016	0.014	SSW	5.0
19 (木)	0.013	-	0.013	0.022	0.061		0.044	0.023	0.023	0.016	NE	6.1
20 (金)	0.015	0.016	0.017	0.010	0.039		0.051	0.012	0.014	0.010	ENE	4.7
21 (土)	0.013	0.013	0.014	0.011	0.025		0.038	0.009	0.009	0.008	ESE	6.0
最高値	0.016	0.020	0.022	0.024	0.061		0.051	0.024	0.023	0.016		
平均値	0.014	0.016	0.016	0.024	0.044		0.038	0.018	0.016	0.012		
最低値	0.013	0.012	0.013	0.010	0.025		0.024	0.009	0.009	0.007		
平成6年9月18日 (日)	0.015	0.015	0.016	0.024	0.067		0.028	0.026	0.022	0.020	NNW	3.8
19 (月)	0.023	0.024	0.024	0.024	0.073		0.041	0.038	0.033	0.030	NNW	3.5
20 (火)	0.020	0.020	0.022	0.024	0.057		0.042	0.027	0.023	0.021	E	2.7
21 (水)	0.010	0.009	0.010	0.022	0.055		0.038	0.020	0.026	0.021	N	2.4
22 (木)	0.010	0.010	0.011	0.010	0.052		0.020	0.018	0.017	0.014	SW	3.2
23 (金)	0.010	0.010	0.011	0.011	0.053		0.021	0.019	0.017	0.015	NNE	6.7
24 (土)	0.007	0.007	0.007	0.007	0.050		0.019	0.016	0.015	0.010	N	8.6
最高値	0.024	0.025	0.025	0.025	0.073		0.045	0.038	0.034	0.031		
平均値	0.018	0.018	0.019	0.019	0.057		0.034	0.025	0.022	0.019		
最低値	0.008	0.008	0.008	0.008	0.039		0.019	0.016	0.015	0.011		
平成6年12月20日 (日)	0.029	0.027	0.028	0.028	0.041		0.026	0.023	0.028	0.038	E	4.3
21 (月)	0.016	0.016	0.017	0.017	0.045		0.019	0.020	0.025	0.028	NNE	4.5
22 (火)	0.030	0.026	0.028	0.028	0.057		0.033	0.034	0.036	0.037	NNE	4.0
23 (水)	0.031	0.030	0.030	0.030	0.054		0.032	0.035	0.036	0.038	NE	2.8
24 (木)	0.025	0.024	0.026	0.026	0.046		0.024	0.027	0.028	0.041	E	2.9
25 (金)	0.017	0.016	0.017	0.017	0.046		0.019	0.022	0.022	0.032	ENE	4.2
26 (土)	0.017	0.015	0.017	0.017	0.048		0.020	0.022	0.025	0.030	NNE	3.9
最高値	0.031	0.030	0.029	0.029	0.057		0.040	0.036	0.034	0.033		
平均値	0.023	0.022	0.023	0.023	0.048		0.035	0.028	0.026	0.024		
最低値	0.016	0.015	0.016	0.016	0.041		0.028	0.022	0.022	0.018		
平成7年3月12日 (日)	0.022	0.011	0.011	0.011	0.052		0.025	0.021	0.019	0.016	N	4.3
13 (月)	0.018	0.018	0.020	0.020	0.057		0.037	0.028	0.025	0.023	NNE	4.5
14 (火)	0.012	0.013	0.014	0.014	0.030		0.042	0.010	0.010	0.009	ESE	5.0
15 (水)	0.010	0.002	0.013	0.013	0.026		0.031	0.012	0.010	0.009	SE	8.4
16 (木)	0.011	0.025	0.027	0.027	0.042		0.042	0.025	0.020	0.018	S	6.0
17 (金)	0.010	0.001	0.005	0.005	0.050		0.023	0.020	0.017	0.015	NNE	5.6
18 (土)	0.014	0.013	0.015	0.015	0.058		0.031	0.026	0.024	0.021	NNE	6.3
最高値	0.031	0.030	0.029	0.029	0.057		0.040	0.036	0.034	0.033		
平均値	0.023	0.022	0.023	0.023	0.048		0.035	0.028	0.026	0.024		
最低値	0.016	0.015	0.016	0.016	0.041		0.028	0.022	0.022	0.018		
最高値	0.031	0.031	0.030	0.030	0.073		0.051	0.038	0.036	0.041		
平均値	0.016	0.016	0.018	0.018	0.049		0.031	0.022	0.021	0.020		
最低値	0.007	0.001	0.005	0.005	0.025		0.019	0.009	0.009	0.007		

表3. 測定点別の二酸化窒素濃度(日平均値)の度数分布.

二酸化窒素濃度/ppm	0.000	0.011	0.021	0.031	0.041	0.051	0.061	0.071	0.081	0.091	0.101
	5	16	6	1							
	5	15	6	1							
	3	16	9								
			3	2	10	10	2	1			
		5	7	9	6	1					
	2	9	14	3							
	4	9	12	3							
	6	10	7	4	1						

(一般環境基準)

表4. 主に平成5年度の国際通り(歩道)での本調査以外のフィルターバッジによる調査結果.

調査日時	国際通りにお			0.06ppmを 超えた件数	
	ける測定件数	最低値	平均		最高値
平成5年6月3日18:00~4日18:00 (県労連と同時調査)	8	0.043	0.056	0.074	3
平成5年9月6日 ~10日 (三越側牧志バス停)	4	0.034	0.044	0.052	0
平成5年12月16日11:00~17日13:00 (大気汚染週間)	3	0.014	0.030	0.044	0
平成6年6月2日18:00~3日18:00 (県労連と同時調査)	8	0.034	0.041	0.046	0
全体の結果	23	0.014	0.045	0.074	3

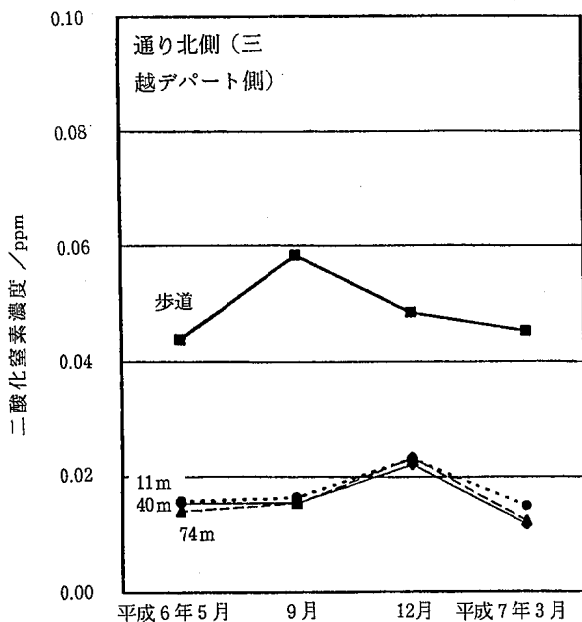


図3. 通り北側各測定点の平均値の年変化.

mおよび74 mの地点での差は小さく、これは通りの影響を受けていない国際通り周辺の汚染レベルの年変化を示しているといえる。平成6年5月、9月および平成7年3月の平均値が0.012~0.016 ppmに対し、12月の結果は

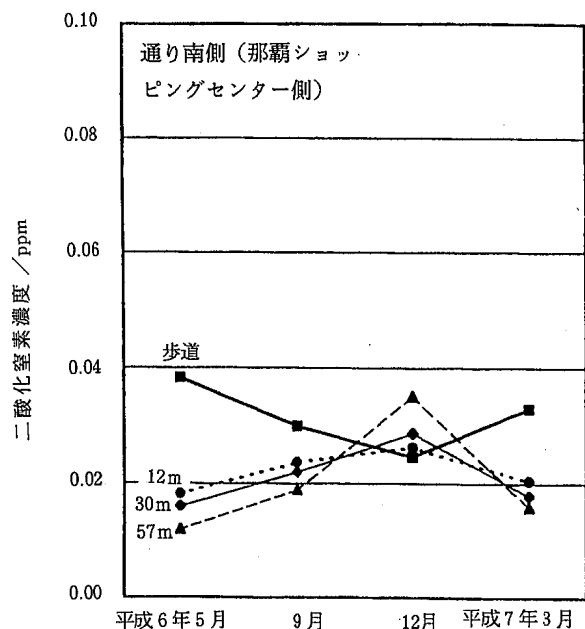


図4. 通り南側各測定点の平均値の年変化.

0.022~0.023 ppmと上昇しており、一般環境の汚染量と同じ傾向にある。これに対し歩道の結果は9月の平均値が最も高く、必ずしも一般の汚染量に比例していない。南側歩道の濃度については逆に12月が低い結果となった。

南側の通りから12 m, 30 mおよび57 mの地点間では北側ほどの一致はないが、平成6年5月, 9月, 平成7年3月の調査では通りに近いほど濃度がやや高く, 国際通りからの影響を表しているといえる。また平成6年12月の結果は通りから離れるほど濃度が高くなっているが, 近くのグランドオリオン通りなど年末で交通量の多い近辺の道路の影響を受けたためと考えられる。

本調査で通り両側の歩道間で濃度差が大きく, また高低が日によって逆転する。これは風向が大きく影響しており, 上空の風がビル壁に沿って下降し, 通り上に流れ込み, 路面では逆向きの空気の流れとなるため, 一般的に風向が北の場合通り北側の歩道が, 南の場合南側の歩道の濃度が高くなる傾向がある。通りの両側での濃度差の指標として,

$$\frac{\text{北側NO}_2\text{濃度} - \text{南側NO}_2\text{濃度}}{\text{両側のNO}_2\text{濃度の合計}}$$

を用い, 調査日の最多風向(那覇, 沖縄気象台)との関係を図5に示す。国際通りの方向は東北東-西南西であり, グラフの中央および両端が通りの方向に一致する。また指標が正の場合は北側の濃度が高く, 負の場合は南側の濃度が高いことを示している。風向が北北西~北東にかけてこの値は0.2~0.4で北側の濃度が高く, この現象は顕著であるが, 南方向の風の場合, かりうじて東南東~南の風向で-0.2~-0.1であり, また南南西~南西の風向で0.2~0.4と逆の現象を示している。これは那覇ショッピングセンターのビルが調査地点の南~南南西に位置し, これらの風向の場合, ビルの屋上を超えた風が風下側に巻き込まれ, 通り上空の風向が大きく影響されたためと考えられる。三越デパート, 那覇ショッピング

表5. 平成6年度月別の風向頻度.

風向	通りに				直角				平行	直角				平行			
	W	WNW	NW	NNW	N	N	NE	NE		ENE	E	ESE	SE		SSE	S	SSW
平成6年4月					+	+	+			+	+	+++	+	+	++	+	
5月				+	+	+	+		+	++	+++	+	+		+		
6月									+			+	+	+++	++++	++	+
7月					+	+			+	++	+++	++	+				
8月									+	++	+++	+++	++	+			
9月				++	+++	+++	+		+	+	+	+					
10月					+++	+++	++		++	++	+						
11月					++	++++	+++		+	++	+						
12月					+	++++	+++		+	+	+	+			+		
平成7年1月				++	+++	++++	++										
2月				++	++++	+++	++										
3月				++	+++	+++	+		+	+	+	+					

+ 5~9%, ++10~14%, +++15~19%, ++++20~24%, +++++25~29%, ++++++30~34%.

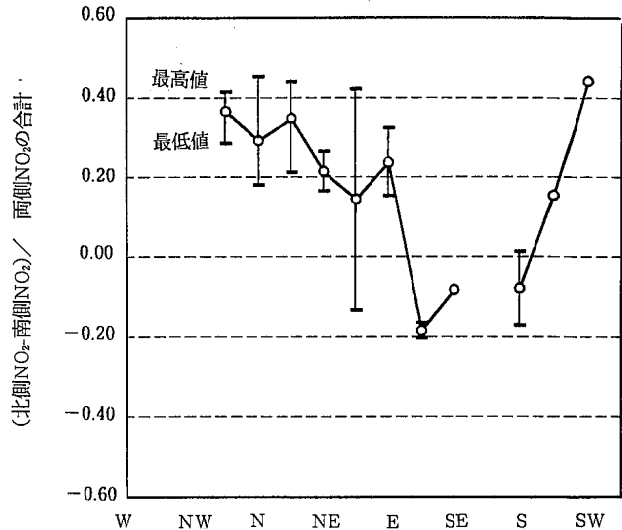


図5. 風向による通りの両側の歩道間濃度差.

センターのビル以外の建物としては2~3階程度のものが多い。

前述のように通り両側のビル等の配置状況によって, 通り内の濃度分布も大きく影響を受けるが, 全般的には通りに直角方向である北北東を中心とする風の場合通りの北側の歩道が, 南南西を中心とする風向の場合南側歩道への影響が大きくなるといえる。表5に平成6年度について最多風向の出現率を月別に示す。4月~8月は南方向の風の出現率が大きく, 通りの南側の窒素酸化物等の濃度が高く, 逆に北側は低くなる。9月~3月は北方向の風の出現率が大きく, 汚染濃度は通りの北側が高く, 逆に南側は低くなる。北方向の風の出現率の大きい期間が長期であるので, 通り北側歩道の方が南側より汚染レベルとしては高いと思われる。

通りの周辺への影響をみるため風向が北~北北西の場

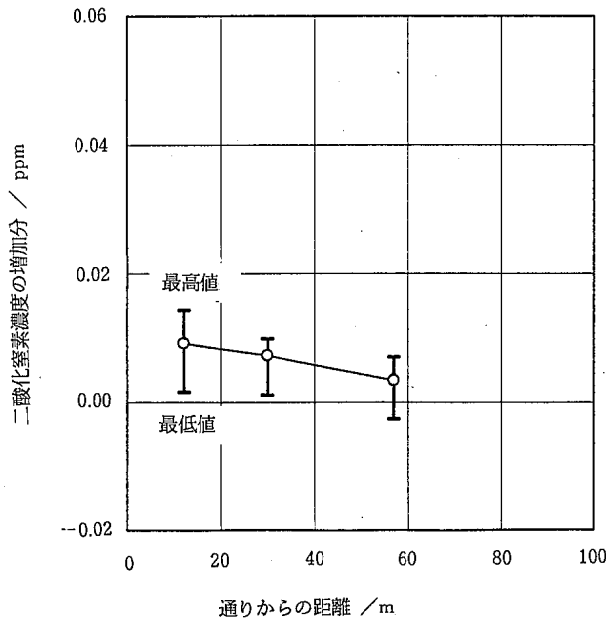


図6. 通りからの距離と二酸化窒素の影響. 風向が北の場合について南側と北側の濃度差. 12月の結果は除く.

合について, また周辺の他の道路からの影響が大きく, 通りから離れるほど濃度の高かった12月の結果を除いて, 風上にあたる北側の路地での濃度を基準とし, 南側の通りからの距離毎の濃度増加分を図6に示す. 濃度増加分の平均値, すなわち一定風向時における通りからの正味の影響は, 通りから12mの地点で0.009 ppm, 30mで0.007 ppm, 57 mで0.003 ppmであった. 国際通りの周辺への影響は比較的少なく, 範囲も小さいと考えられる.

IV まとめ

那覇市国際通りの簡易測定による大気汚染(二酸化窒素)調査ではこれまで局所的に高濃度と思われる地点の測定が中心であった. 本調査では通りからの汚染の影響

範囲, またある程度の連続測定による汚染レベルの把握を目的とした. 汚染は比較的国際通り内のみ限定されており, 周辺への影響は小さく, 通りの北側と南側歩道の平均値は0.049, 0.036 ppm, 路地の各測定点は北側が0.016~0.018 ppm, 南側が0.020~0.022 ppmの範囲にあった. 日平均値の大方の範囲は通りの北側の歩道で0.021~0.070 ppm, 南側の歩道で0.011~0.050 ppmであり, また北側の歩道で0.06 ppmを超えた日が3日(調査日数の11%)あった. また通り周辺の日平均値は北側で0.010以下~0.030 ppm, 南側で0.010以下~0.040 ppmの範囲にあった.

一般に大気汚染量は冬季に高くなる傾向があるが, 通り内歩道における濃度は一般の大気汚染の年変化の傾向とは一致しなかった. これは風向の方が主要因であり, 直接影響していたためと考えられる. 4月~8月は南方向の風の出現率が高く南側歩道への影響が大きく, 9月~3月は北方向の風の出現率が大きく北側歩道への影響が大きいといえる. また年間を通しては北方向の風の出現率が大きいため北側歩道が南側よりやや高濃度と推測される. しかしビルの配置, 交差点など道路の接続による空間の開放度等によって風向等が複雑に変化し, 二酸化窒素の濃度分布に直接影響しているといえる.

V 参考文献

- 1) 与儀和夫・知名正夫・下地国輝・池間正・本成充・安富雅之・長嶺弘輝・大城広助・宮城良一・比嘉尚哉・洲鎌久人(1993) 那覇市主要道路周辺の簡易測定による二酸化窒素濃度分布調査結果について, 沖縄県公害衛生研究所報27号
- 2) 柳沢幸雄・西村肇(1980) 生活環境中濃度測定用NO₂パーソナルサンプラー, 大気汚染学会誌 15 (8)